УДК 622.271:504

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДКРИТОГО ВИДОБУТКУ ГРАФІТУ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ

П. Отченашко, група ЕО-22
Л. Молокост, науковий керівник, викладач
Центральноукраїнський національний технічний університет
А. Бардар'яну, здобувач
Кропивницький будівельний фаховий коледж

Зростання попиту на графіт, зумовлене розвитком енергетики, електроніки та виробництва акумуляторів, обумовлює інтенсифікацію його видобутку відкритим способом. Сучасні технології кар'єрного видобутку, хоча й підвищують ефективність освоєння родовищ, водночас спричиняють суттєве навантаження на довкілля, зокрема порушення земель, забруднення повітря та водних ресурсів. У зв'язку з цим актуальним є дослідження впливу таких технологій на навколишнє середовище та пошук шляхів мінімізації їх негативних наслідків.

Метою дослідження є: дослідити сучасні технології відкритого видобутку графіту та оцінити їх вплив на навколишнє середовище.

Завдання дослідження:

- Проаналізувати основні сучасні технології відкритого видобутку графіту;
- Визначити основні види впливу на компоненти довкілля (повітря, ґрунти, водні ресурси);
- Оцінити екологічні ризики, пов'язані з видобутком;
- Розглянути шляхи зменшення негативного впливу та підвищення екологічної безпеки.

Завдяки своїм унікальним характеристикам графіт став важливим компонентом продукції, що застосовується в атомній енергетиці, енергетичному обладнанні, машинобудівній та металургійній галузях, а також в інших сферах. Розширення напрямів використання графіту зумовлює постійне зростання попиту на цей матеріал. Графіт широко використовується як конструкційний матеріал завдяки своїм фізико-хімічним властивостям. Він зберігає твердий стан у безкисневому середовищі навіть за температур, що наближаються до 4000˚С, що пояснюється його високою температурою сублімації. Крім того, за відносно низької щільності графіт поєднує достатню міцність із хорошою оброблюваністю, а також характеризується низьким тиском насичених парів у вакуумі навіть при підвищених температурах. [4]

У межах Українського кристалічного щита виокремлюють чотири основні графітоносні райони: Бердичівський, Побузький, Криворізький та Приазовський, у межах яких зосереджено близько 100 родовищ і проявів кристалічного графіту. Графітові руди залягають на глибинах від 10 до 80 м. графітоносні товщі формують пластоподібні та лінзоподібні тіла потужністю до 300 м із протяжністю від 500 до 1500 м, а інколи – до 3,5-5,0 км. Переважає лускуватий графіт із вмістом у рудах від 2,5 до 20%, у поодиноких випадках – до 30%. Основна переробка графітових руд в Україні зосереджена на Завалівському графітовому комбінаті. Підприємство виробляє широкий асортимент графітової продукції для різних галузей промисловості, зокрема тигельний, елементний, ливарний, електровугільний, акумуляторний, олівцевий, фрикційно-металокерамічний, пороховий та спеціальний малозольний графіт. Найбільшу частку становить виробництво ливарного, тигельного та елементного графіту. За своїми якісними характеристиками продукція українських підприємств відповідає

міжнародним стандартам і постачається на експорт. [3]

Відкритий (кар'єрний) спосіб є одним із найпоширеніших методів видобутку графітових руд, особливо за умов неглибокого залягання родовищ. Сучасні технології відкритого видобутку базуються на комплексній механізації виробничих процесів та передбачають поетапне виконання підготовчих, розкривних і видобувних робіт. На початковому етапі здійснюється розкриття родовища, яке включає видалення розкривних порід за допомогою екскаваторів, бульдозерів та іншої гірничої техніки. Для руйнування твердих порід широко застосовуються буро-вибухові роботи з використанням сучасних вибухових матеріалів і технологій контрольованого підриву, що дозволяє підвищити ефективність процесу та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище. Безпосередній видобуток графітової руди здійснюється за допомогою високопродуктивних екскаваторів із подальшим транспортуванням сировини автосамоскидами або конвеєрними системами до місць переробки. У сучасних кар'єрах все більше впроваджуються автоматизовані системи управління технікою, GPS-моніторинг та цифрові технології планування гірничих робіт, що забезпечує підвищення точності, безпеки та економічної ефективності видобутку. Важливим елементом сучасних технологій є також впровадження заходів із мінімізації впливу на довкілля, зокрема пилопригнічення, раціональне використання водних ресурсів та поетапна рекультивація порушених земель. Це дозволяє поєднувати ефективний видобуток корисної копалини з дотриманням екологічних вимог. [1]

Графіт є інертною та нетоксичною речовиною, тому сам по собі не створює безпосередньої загрози для довкілля. Водночас процеси його видобутку та збагачення можуть супроводжуватися певними екологічними проблемами, зокрема утворенням пилу та накопиченням відходів гірничого виробництва. Однак за умови дотримання відповідних природоохоронних заходів і раціонального проєктування розробки родовищ негативний вплив можна суттєво зменшити. Відкритий видобуток графіту супроводжується комплексним впливом на основні компоненти навколишнього середовища. Наприклад, вплив на атмосферне повітря проявляється в першу чергу у вигляді запилення, яке виникає під час буро-вибухових робіт, транспортування гірничої маси та роботи техніки. Дрібнодисперсний пил може містити частинки графіту та супутніх порід, що погіршує якість повітря і негативно впливає на здоров'я людини та стан рослинності. Додатковим чинником є викиди вихлопних газів від гірничої техніки. Ґрунтовий покрив зазнає порушення внаслідок знятті верхнього родючого шару, формування кар'єрів, відвалів і техногенних ландшафтів. Це призводить до втрати родючості, зміни структури ґрунтів та активізації ерозійних процесів. Без проведення рекультиваційних заходів відновлення таких територій є тривалим і складним процесом. Водні ресурси також піддаються негативному впливу. Під час видобутку можливе порушення природного гідрологічного режиму, зниження рівня ґрунтових вод, а також їх забруднення зваженими частинками та продуктами гірничого виробництва. Стічні води кар'єрів можуть містити домішки, що потребують очищення перед скиданням у природні водойми.

У процесі видобутку графіту нерідко виникають екологічні проблеми, пов'язані із забрудненням природних умов. Зокрема, експлуатація родовищ може спричиняти просідання ґрунтів, знищення рослинного покриву та забруднення водних ресурсів, що істотно впливає на стан місцевих екосистем. Додатково використання хімічних реагентів і високотемпературних технологічних процесів може призводити до утворення відпрацьованих газів, стічних вод і твердих відходів, які здатні чинити тривалий негативний вплив на навколишнє середовище. До екологічних ризиків також належить порушення природних ландшафтів і біорізноманіття, оскільки видобуток призводить до знищення природних місць існування рослин і тварин. У разі недостатньої рекультивації можливе формування техногенно змінених територій із обмеженою здатністю до самовідновлення. У зв'язку з цим сучасні гірничодобувні підприємства впроваджують заходи, спрямовані на зниження екологічного навантаження, зокрема розробляють екологічно орієнтовані «зелені» технології та здійснюють очищення забруднених компонентів довкілля. Наприклад, повторне використання та утилізація відходів збагачення дозволяє скоротити обсяги накопичення пустих порід.

Водночас розвиток маловідходних і низькоемісійних технологій сприяє досягненню балансу між видобувною діяльністю та збереженням природного середовища. [2]

Основні країни – виробники графіту розміщені в різних регіонах світу. В Азії значними запасами цього мінералу володіють Китай, Індія та Північна Корея, причому в Китаї видобуток зосереджений, зокрема, у провінції Хейлунцзян та інших районах. В Африці великі родовища графіту знаходяться на території Мадагаскару та Мозамбіку, особливо в районі Амбатун-Дразака, де останніми роками спостерігається активний розвиток галузі. Також видобуток графіту здійснюється в Бразилії, Норвегії та Канаді. Упродовж останніх років світове виробництво графіту характеризується загальною тенденцією до зростання, хоча й із певними коливаннями. Зокрема, у період з 2018 по 2023 рік обсяги видобутку збільшилися з 1,35 млн тонн до 1,65 млн тонн. Провідну позицію займає Китай, який забезпечує стабільність постачання завдяки модернізації виробництва та нарощуванню потужностей. Водночас у країнах, що розвиваються, зокрема в Мадагаскарі та Мозамбіку, спостерігається суттєве зростання видобутку, тоді як в окремих державах обсяги виробництва зазнають змін під впливом різних чинників. Формування графіту безпосередньо пов’язане з особливостями геологічної будови, магматичними процесами та метаморфізмом. За відповідних умов вуглець протягом тривалого часу трансформується у графітову руду. Внаслідок різноманітності геологічних умов відрізняються запаси, якість і вміст графіту в рудах, наприклад, у провінції Хейлунцзян зосереджені поклади високоякісного графіту.

Державна політика у сфері гірничодобувної діяльності та екологічне законодавство істотно впливають на процеси видобутку й виробництва графіту. З метою раціонального використання природних ресурсів у деяких країнах запроваджуються жорсткі обмеження щодо обсягів видобутку та експорту, а також посилюються екологічні вимоги. Крім того, підвищуються технічні та економічні вимоги до підприємств. Наприклад, у Канаді законодавство передбачає обов’язкове проведення рекультивації територій після завершення гірничих робіт. Рівень попиту на ринку та коливання цін також суттєво впливають на обсяги виробництва графіту. Активний розвиток галузей нової енергетики, електроніки та інших сфер спричинив значне зростання попиту на цей ресурс, що, відповідно, призвело до підвищення цін і розширення виробничих потужностей підприємств. Водночас у періоди зниження попиту ціни падають, що змушує компанії скорочувати обсяги виробництва або навіть тимчасово припиняти діяльність. Зокрема, ринок літієвих акумуляторів має вагомий вплив на формування попиту і пропозиції графіту.

Висновок: У ході дослідження було проаналізовано сучасні технології відкритого видобутку графіту, які характеризуються високим рівнем механізації, впровадженням автоматизованих систем управління та цифрових рішень, що забезпечують ефективність і безпеку гірничих робіт. Водночас встановлено, що такі технології супроводжуються суттєвим впливом на основні компоненти довкілля – атмосферне повітря, ґрунти та водні ресурси. Визначено, що основними видами впливу є запилення повітря, порушення ґрунтового покриву, зміна гідрологічного режиму та забруднення вод. Оцінка екологічних ризиків показала їх комплексний характер, зокрема ризики деградації земель, погіршення якості повітря та вод, а також порушення природних екосистем і біорізноманіття. Також зазначено, що впровадження сучасних природоохоронних заходів, таких як пилопригнічення, очищення стічних вод, раціональне використання ресурсів і рекультивація порушених територій, дозволяє суттєво зменшити негативний вплив видобутку графіту на довкілля.

Список літератури

1. [Електронний ресурс] - https://jinsuncarbon.com/uk/
2. [Електронний ресурс] - https://eba.com.ua/rodovyshha-grafitu-v-ukrayini-zabezpechenist-ta-perspektyvy/
3. [Посібник] - Шпильовий Л. В. Український графіт / Л. В. Шпильовий, В. С. Білецький // Геотехнології = Geotechnologies. – 2020. – Число 3. – С. 14-25.
4. [Посібник] – В. М. Кропівний, Л. А. Молокост, О. В. Кузик, А. В. Кропівна, 2019